

# キャベツの凍害防止を目的としたべたがけ下の気温 および葉温と屋外風速の関係

五十嵐 大造・岡田 益己\*

Daizo IGARASHI and Masumi OKADA

The dependence of air and leaf temperature on outside  
wind speed under the row cover by cheesecloth for  
protecting cabbages from cold injury.

## I 緒 言

三浦半島では、1、2月の最低気温の平均値が2.2℃前後という暖地の気候資源を生かして、12月から3月にかけて収穫される夏まき冬どりキャベツ、ダイコンおよび4～5月に収穫される春どりキャベツが栽培されている。

三浦半島の冬どりキャベツは、従来、耐寒性の強い、寒玉と呼ばれる品種群が用いられていたが、1977年頃から、品質的に優れる春系の品種が増加し、現在ではこれが大部分を占めるに至っている。このような品種の変遷に伴って、収穫期前に結球部が軟化腐敗する症状が増加し、その原因の究明と対策の確立が急務となっている。被害株からは *Pseudomonas viridiflava* と *P. marginalis* の2種類の病原細菌が分離・同定され、本症状は腐敗病と命名されている(1, 6)。腐敗病は、キャベツ葉が凍害を受けた後、病原細菌が侵入、増殖することによって発病すること、さらに、凍害は葉温が-5℃以下になって、はじめて引き起こされ、葉温がより低くなるほど、また低温の遭遇時間が長いほど被害が増大することが明らかにされている(2)。これらの点から、キ

ャベツの腐敗病を防止あるいは軽減するためには、病原細菌の密度を低下させるとともに、キャベツ葉の凍害発生を防止しなければならない。そのためには、厳寒期の葉温の降下を少しでも軽減する方法を確立することが重要と考えられる。

凍害の防止については、これまで多くの研究があり、各種の資材を利用した被覆技術も開発されている。これらのうち、比較的簡易な被覆法で、最近普及が急速に拡大しているべたがけ技術について、被覆方法の違いによる効果の差を気象環境の面から検討した。

なお、本研究は第1著者が農業環境技術研究所での研修中に行ったものであり、御指導いただいた内島善兵衛前気象管理科長および研究実施にあたって、種々有益な御指導、御助言をいただいた同研究所の小林和彦技官はじめ関係各位に謝意を表する。

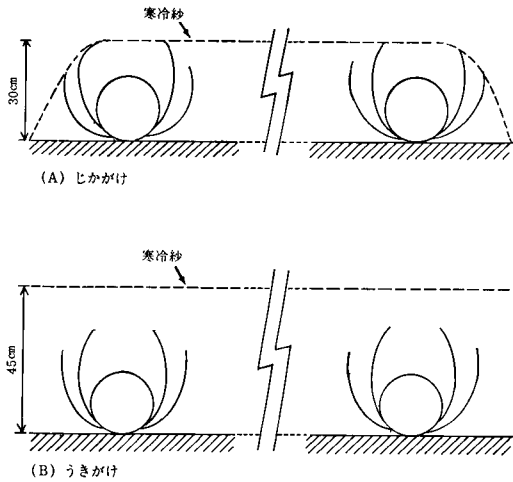
## II 材料及び方法

実験は、茨城県つくば市の農業環境技術研究所内の圃場を使用して'86年11月に行った。

べたがけの被覆資材は、クレモナ寒冷紗#300を使用した。試験区は、うきがけ区、じかがけ区および無被覆区の3区を設けた。うきがけ区は、試験区の四隅に立てた支柱間に針金を渡して、地上45cmの高さに寒冷紗を水平に展開した。周囲は開放状態とし、キャベツと寒冷紗の間を風が吹き抜けられるようにした。また、じかがけ区

\* 農林水産省東北農業試験場気象環境制御研究室

\*\* 本報告の一部は昭和62年度日本農業気象学会全国大会で発表した。



第1図 寒冷紗の被覆状況模式図  
(A) じかがけ (B) うきがけ

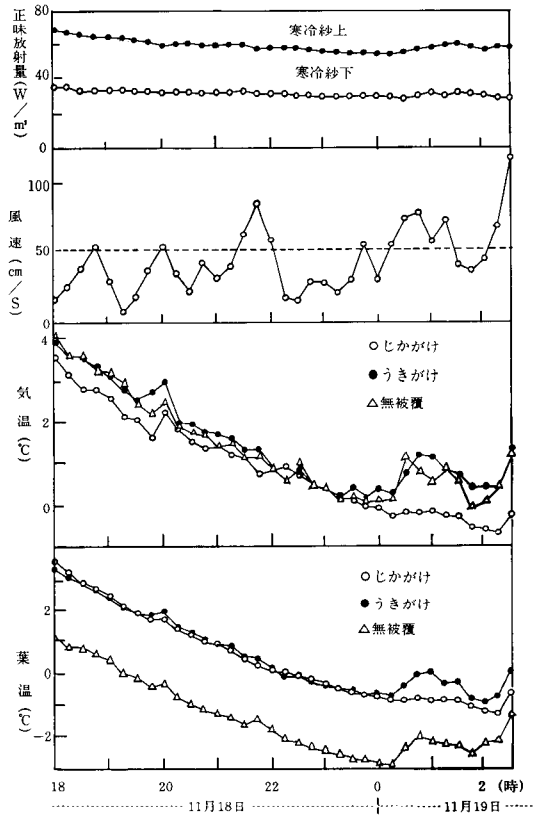
では、直接キャベツに接触するように覆いかぶせ、周辺をピンで固定した。周囲は閉鎖されるが、寒冷紗は外葉に支えられるので、結球部との間に10cm程度の空間が生じた。第1図にこれらの処理法を模式的に示した。

寒冷紗の被覆はキャベツの結球がほぼ完成した11月4日から11月30日まで行った。キャベツの品種は‘金春’で、7月16日には種し、8月26日に定植した。栽植距離はうね幅55cm、株間36cmで、各試験区の面積は縦3.3m、横3.6m (11.9m<sup>2</sup>)とした。

温度測定にはT型熱電対φ0.32mmを用いた。測定は夜間を対象とし、センサーの設置は以下に行った。気温の測定は各区1点で、試験区の中央付近のキャベツ結球部の上5cmの高さに設置し、上部にアルミ箔の放射よけを取り付けた。結球部の葉温の測定には、良くしまつて大きさの揃った株を各区3個体選び、その頂部に粘着テープで熱電対を張り付けた。風速は、同一圃場内の地上2mに設置した光電微風速計(牧野応用測器社製)で測定した。また、うきがけ区を別に1区設定し、寒冷紗の上下各1ヶ所で、通風型放射収支計(英弘精機社製)を用いて正味放射量を測定した。風速計の出力は、積算計を介して15分ごとに、また他の出力は1分ごとにサンプリングして、その平均値を15分ごとに記録した。

### III 試験結果

正味放射量がほぼ一定で推移した代表的な調査時間帯(11月18日18時～19日2時30分)の気温、葉温、風速お



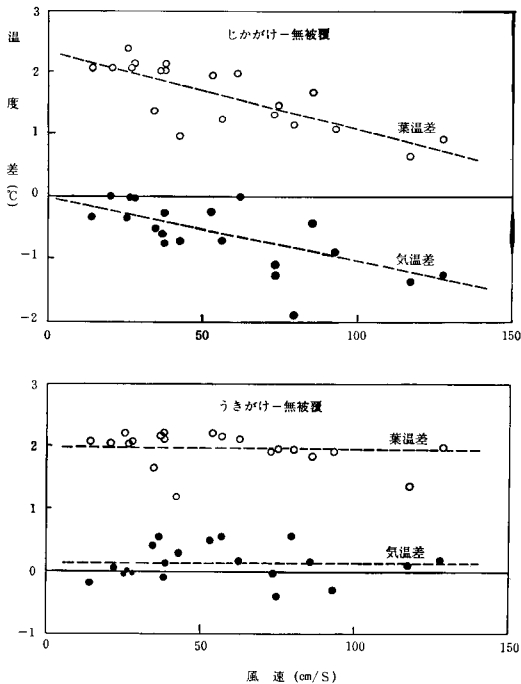
第2図 晴天日における正味放射量、風速、気温および葉温の経時変化

よび正味放射量の経時変化を第2図に示した。なお正味放射量は上向きを正として表示した。同図が示すように、当夜は静穏な晴天日であった。

風速が概ね50cm/s以下のとくに静穏な午前0時以前の気温は、各区ともその差は1℃以内にとどまった。一方、午前0時以降、風速が50cm/sを越えるようになると、うきがけ区と無被覆区では、ともに気温の上昇が認められたが、じかがけ区では上昇しなかった。

葉温は、静穏な午前0時以前には、うきがけ区、じかがけ区ともに無被覆区に比べて約2℃高く推移した。しかし、気温と同様に風速がやや大きくなった午前0時以降、うきがけ区および無被覆区の葉温は上昇したのに対し、じかがけ区では上昇しなかった。その結果、じかがけ区の保温効果は相対的に低下した。なお、21～22時の間にも風速が50cm/sを越えた時間帯があるが、このときは無被覆区の気温がわずかに上昇した程度にとどまった。

11月18日から22日にかけて得られたデータの中から、



第3図 屋外風速に対するべたがけと無被覆の気温および葉温差  
 (上段)じかがけ—無被覆・(下段)うきがけ—無被覆

快晴状態を示すうきがけ上の正味放射量が55~75W/m<sup>2</sup>の範囲にある温度を選び出し、風速との関係について整理した。その結果を第3図に示した。縦軸は、各処理区と無被覆区の気温および葉温の差で、横軸は風速である。なお風速および気温、葉温差は15分間の平均値で、プロットしたデータは少なくともそれに近い風速が15分以上継続した後の値をサンプリングしたものである。図中の破線は最小2乗法により求めた回帰直線である。

晴天で正味放射量がほぼ一定の条件下では、じかがけ区と無被覆区の気温差は、風速が50cm/s以下ではきわめて小さいが、概ね1m/s以上になるとじかがけ区の方が無被覆区よりも1°C前後低くなった。一方、うきがけ区と無被覆区の気温差は風速が増加しても変化せず、ほぼ一定に推移し、両者の差はほとんど認められなかった。

一方、葉温については、風速が50cm/s以下では、うきがけ区、じかがけ区ともに無被覆区よりも約2°C高かった。しかし風速の増加とともに無被覆区の葉温は上昇して、じかがけ区に近づき、1m/s以上ではその差は1°C程度に縮まった。一方、うきがけ区と無被覆区の葉温差は風速の増加に伴って、ともに上昇した結果、常に

2°C前後の差が保たれた。

#### IV 考 察

クレモナ寒冷紗#300のべたがけによる保温効果は風速が50cm/s以下というような無風に近い状態であれば、うきがけ、じかがけともに無被覆よりも約2°C葉温を高く保つという点で、大きな効果が認められた。しかし、風速の増加に伴って、無被覆区とうきがけ区では葉温が上昇したのに対し、じかがけ区では上昇しなかった。その理由については、次のような考察が可能である。

放射冷却による熱損失は、第2図に示した正味放射量の差から明らかなように、寒冷紗がキャベツの上を覆うことによって、約50%減衰される。したがって、無風状態であれば、寒冷紗下の気温および葉温はうきがけ区、じかがけ区ともに、無被覆区より高く保たれる。しかし、風速の増加に伴って、外気温が葉温よりも高いために、無被覆では、葉に顕熱が供給されて、葉温が上昇する。これに対し、じかがけ区では、周囲が閉鎖されているため、風によるキャベツへの顕熱の供給が行なわれにくい。

一方、うきがけ区では、開放したすそ部から風が侵入することによって顕熱の供給を受け易いために、無被覆との間には、常に放射冷却を減少させた熱量に相当する温度差が保たれると考えられる。これは三原(4)が報告した、風の弱い晴夜に無加温温室やトンネルで観測される内外気温の逆転現象とよく一致した。

被覆法を利用した凍害防止について、小中原(3)は、カンキツにおけるコモかけでは、直接被覆するよりも、樹冠表面と被覆面を離れたたな張りの保温効果が高いことを報告している。また、中川ら(5)は、寒冷紗は夜間の放射冷却の防止効果が高く、保温効果が高いことを報告している。本試験での露地キャベツに対する寒冷紗うきがけの保温効果は、基本的にこれらを裏づける結果となった。

一方、じかがけは、無風に近い状態であれば、うきがけとほぼ同様の保温効果を示すものの、風速の増加に伴って、相対的に効果が減少する。しかし、無風状態であっても、寒冷紗は、表面が放射冷却を受けることから、これと接触した葉は、植氷作用も加わって、凍害を生じ易くなることが考えられる。

以上のようなことから、常時風が吹く三浦半島のような地域では、じかがけよりも、うきがけの方が凍害防止効果が高く、有効な被覆法と考えられる。

この方法を利用した実用的な栽培については、別に検

討してその有効性を認め、被覆によるキャベツの品質低下等についても、問題のない結果を得ている(未発表)。

なお、べたがけによって得られる保温効果が生かされる環境条件、即ち約2℃の保温効果が凍害に有効な温度差となり得るような条件を備えた地域の選定や、べたがけを行う際の、とくにうきがけの経費を考えた経済性等については、今後の研究課題である。

## V 摘 要

冬どりキャベツに発生する腐敗病は凍害に起因することが知られている。凍害の発生を防止するため、寒冷紗によるべたがけの効果を、被覆方法を変えて調査した。被覆方法は、地上45cmの高さに水平に展張したうきがけとじかがけとし、これらの被覆下の気温および葉温と屋外風速の関係について検討した。

1. 寒冷紗のじかがけおよびうきがけは、正味放射量の約50%を減少させ、寒冷紗下の気温は無被覆との差が小さくても、キャベツの葉温の低下を防止し、無被覆よりも約2℃高く保った。

2. しかし、この効果は風速の増加に伴って変化した。風速が概ね50cm/s以上に増加すると、無被覆区の気温と葉温が上昇するとともに、うきがけ区も同様に上昇し、約2℃の葉温差を保った。これに対し、じかがけ区では、風速が増加しても、気温と葉温は上昇せず、相

対的な保温効果は減少した。

3. この現象は、放射冷却によって温度の低下した葉に対し、風が顕熱を供給できるか否かによるものと考えられ、風を受けにくいじかがけでは、供給が遮断された状態になるためと考えられる。

4. このことから、冬期栽培期間中、常時風が吹くような三浦半島の冬どりキャベツでは、うきがけが凍害防止に有効と考えられた。

## 引用文献

1. 後藤正夫. 1956. *Pseudomonas marginalis* による甘藍の腐敗病. 農及園. 31: 1547-1548.
2. 五十嵐大造・大林延夫. 1985. 夏まき冬どりキャベツの凍害と腐敗病の関係について. 神奈川県試研報. 32: 35-41.
3. 小中原実. 1971. カンキツの寒害防除に関する研究(第3報). たな張り被ふく法の実用性と被ふく資材の検索. 静岡柑試研報. 9: 39-52.
4. 三原義秋. 1969. 無加温温室の夜間温度について. 農業気象. 25: 1-7.
5. 中川行夫・坪井八十二. 1962. 寒冷紗の夜間放射防止効果について. 農業気象. 17: 107-109.
6. 陶山一雄・大林延夫. 1982. 早春キャベツに発生した腐敗病. 植物防疫. 36: 68-71.

## Summary

The bacterial rot caused of cold injury is one of the most serious problem for cabbages cultivated in winter time.

The effect of crop covering by using cheesecloth made of Vinylon to keep leaf temperature of cabbages was investigated in order to prevent cabbages cold injury. The covering methods investigated were the floating row cover expanded 45 cm above height from the ground and the contacting row cover expanded just on top of cabbages.

1. The air temperature under both the floating row cover and the contacting row cover was the same as in case of no cover when outside wind speed was less than 50cm/s, but increasing wind speed, air temperature difference between no covering and the contacting row cover (no covering minus the contacting row cover) increased in clear nights at a uniform net radiation flux. On the other hand, the air temperature difference between the floating row

cover and no cover was nearly equal even when the wind speed was more than 50cm/s.

2. The leaf temperature of cabbages under the floating row cover or the contacting row cover was about 2°C higher than in case of noncovered cabbages when wind speed was less than 50 cm/s. But when wind speed increased, the leaf temperature difference between the contacting row cover and noncovered (the contacting row cover minus no covering) decreased, while the floating row cover kept 2°C difference.

3. These results showed that the contacting row cover method was effective only when the wind speed was less than 50cm/s, but the floating row cover was useful not only when the wind speed was less than 50cm/s, but also in cases of more than 50cm/s. So we suggest the floating row cover method as more practical for protecting cold injury on the open field.